



положен дорожный объект.

С использованием разработанной модели, решается задача модификации улично-дорожной сети города. На основе существующей улично-дорожной сети и с учетом параметров транспортного потока, рассчитываются акупунктурные точки города (точки притяжения транспортных потоков). Совокупность разнотипных объектов транспортной инфраструктуры и полученные акупунктурные точки служат входными параметрами задачи локализации дорог транспортной сети.

Литература

1. Михеева Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем/ Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. 380 с.
2. Михеева Т.И., Сапрыкин О.Н. Нейросетевое управление пространственно-координированными объектами транспортной инфраструктуры. – Самара: D.S. Style, 2011. 217 с.
3. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков/ Автоматика и телемеханика, № 11. 2003. С. 3–46.

А.А. Федосеев, Ю.Н. Журавель

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Эффективное управление объектами современной дорожно-транспортной инфраструктуры связано с возможностью получения достоверной и точной информации о состоянии её статических объектов, типичным примером которых являются дороги. Развитие систем дистанционного зондирования позволило использовать материалы гиперспектральной съёмки для решения задач мониторинга объектов транспортной инфраструктуры.

Средствами получения гиперспектральной информации являются датчики, размещённые как на космических аппаратах (КА), так и на воздушных носителях. В результате съёмки имеется набор данных видимого, ближнего инфракрасного и коротковолнового диапазона спектра, из которых необходимо выделить специальную информацию об объектах интереса.

При обработке гиперспектральных данных возникает ряд проблем, связанных с влиянием атмосферы, а также с наличием в пикселе изображения сочетания нескольких видов материалов (проблема «смешанного пиксела»).

Гиперспектральные данные содержат информацию не только о поверхности, но и о состоянии атмосферы. При прохождении солнечного излучения через атмосферу происходит изменение его интенсивности, вызванное влиянием присутствующих в атмосфере газов и аэрозолей. Изменение интенсивности из-



лучения происходит главным образом за счёт процессов поглощения и рассеяния. Так, для устранения этого искажающего фактора и перевода изображения из единиц спектральной яркости в единицы спектрального коэффициента отражения производится специальная процедура атмосферной коррекции. Существует два класса алгоритмов атмосферной коррекции: эмпирические и физические. Первый тип алгоритмов основан на использовании статистических характеристик изображения и осуществляет скорее калибровку, а не компенсацию. Восстановить истинные параметры атмосферы в момент съёмки можно только на основе физических моделей. Классическая атмосферная коррекция осуществляется в три этапа. На первом восстанавливаются параметры атмосферы, главным образом, характеристики аэрозоля (дальность видимости и, по возможности, «тип» аэрозоля) и величина столба водяных паров. Так как существующие методы позволяют восстановить аэрозоли лишь по весьма ограниченному набору типов поверхностей (вода и очень тёмная почва), обычно рассчитывается только средняя дальность видимости по сцене. Спектральная сигнатура водяных паров довольно специфична, что позволяет оценить их количество для каждого пикселя сцены. Второй шаг – решение уравнения радиационного переноса для заданного типа аэрозоля и столба водяных паров с целью пересчёта зафиксированного датчиком излучения в коэффициенты отражения поверхности. Заключительный этап – дополнительная обработка, так называемая «спектральная доводка», устраняющая оставшиеся артефакты.

Основными методами автоматизированного спектрального анализа являются классификация и обнаружение целей. Основной проблемой спектральной селекции является неоднородность содержащегося в пикселе материала. Этот факт объясняется, во-первых, тем, что естественные поверхности редко состоят из однородного материала. Во-вторых, суммарное излучение от всех объектов в пределах элемента пространственного разрешения фиксируется аппаратурой как одиночный пиксел изображения. Смешанные пикселы оказывают значительное влияние на дешифрирование изображений. Использование целочисленных методов классификации смешанных пикселов приводит к ошибкам в определении площадей, т.к. каждый пиксел может быть отнесён только к одному конкретному классу, хотя при низком пространственном разрешении фактически он содержит два и более класса. Кроме того, смешанный пиксел может оказаться не согласованным ни с одним из эталонов или, напротив, иметь сходство со спектральной сигнатурой другого эталона, который в действительности отсутствует в этом пикселе. Проблема смешанного пикселя не решается простым улучшением пространственного разрешения, т.к. при этом появляются детали изображения, не регистрируемые ранее, т.е. вводятся новые спектральные классы. Более точные результаты дают методы субпиксельной обработки. Алгоритмы спектрального разделения используют широкий набор математических технологий для определения исходных компонентов смеси и оценки их процентного содержания.

Известным методом спектрального разделения является согласованная фильтрация. Согласованные фильтры повышают контраст цели относительно



фона, который может быть представлен в виде структурированной или стохастической модели [1]. На выходе формируется изображение, в котором значения пикселей соответствуют процентному содержанию искомого эталона в элементах сцены (в интервале от 0,0 до 1,0). Другой путь преобразования данных с целью увеличения различий между фоном и объектами интереса – декорреляция изображений, полученных в различных спектральных каналах, с использованием метода главных компонент (РСА). Однако малые объекты интереса не вносят существенного вклада в статистику и могут не проявиться в новых компонентах. Для решения этой проблемы используется метод независимых компонент (ИСА), позволяющий с большей вероятностью обнаружить редкие объекты. Он удобен тем, что не требует знания исходных источников и основан на предположении, что среди компонентов смеси не более чем один имеет гауссовское распределение, а также что они статистически независимы, т.е. ни один из них не передаёт никакой информации другим компонентам. Помимо независимости, для того чтобы гарантировать единственное решение, необходимо чтобы количество наблюдаемых компонент было не меньше, чем число исходных сигналов [2].

В качестве исходных данных выбран снимок с КА EO-1 (датчик Hyperion) территории Самарской области. Аппаратура Hyperion производит съёмку в 242 каналах в диапазоне от 420 до 2400 нм с пространственным разрешением 30 м.

На рисунке 1 показан пример обнаружения дорожного покрытия по эталону, взятому из спектральной библиотеки Геологической службы США (USGS). Поскольку проекция пиксела для датчика составляет 30 м, заведомо понятно, что все дороги представляют собой субпиксельные объекты, чаще всего смешанные с растительностью или грунтом. Согласованная фильтрация позволяет найти их на изображении.

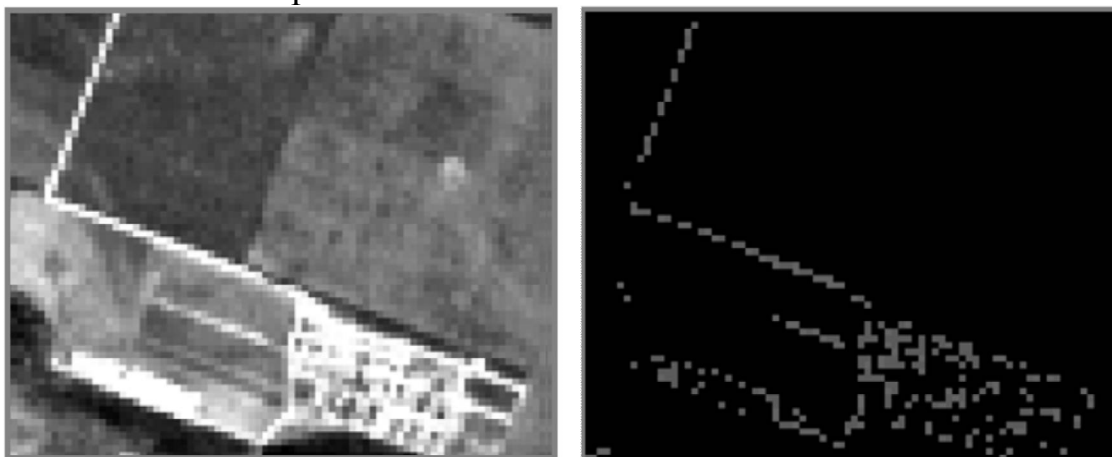


Рис. 1. Обнаружение дорожного покрытия методом согласованной фильтрации

Метод независимых компонент с помощью двумерных диаграмм рассеяния позволил выделить на гиперспектральном снимке эталоны четырёх объектов интереса (рисунок 2).

По этим спектральным эталонам с помощью метода согласованной филь-



трации были выявлены сами объекты (рисунок 3). Полученные результаты показывают возможности обнаружения, классификации и мониторинга объектов транспортной инфраструктуры по космическим снимкам среднего разрешения. Для тщательного и подробного анализа рекомендуется использовать данные высокого пространственного разрешения.

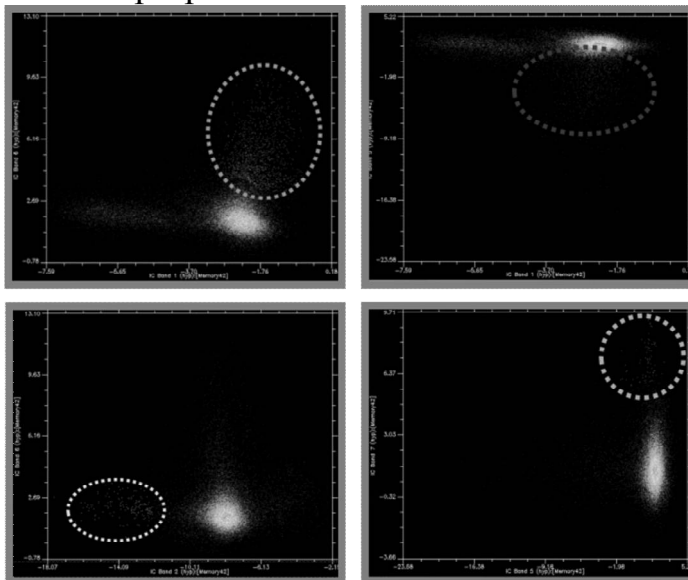


Рис. 2. Выделение эталонов объектов интереса

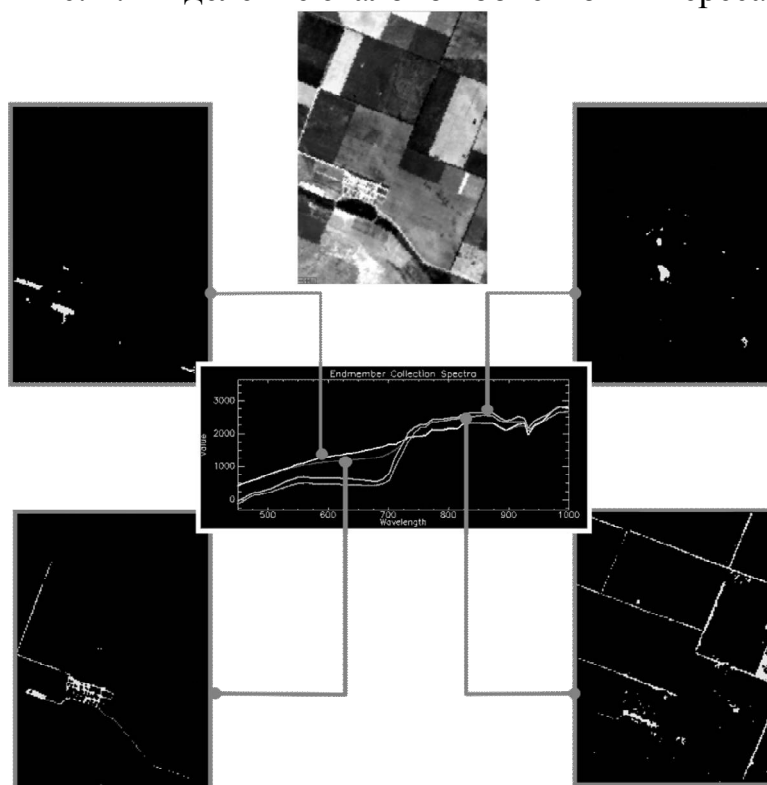


Рис. 3. Обнаружение объектов интереса по спектральным характеристикам

Литература

- 1 West, J.E. Matched Filter Stochastic Background Characterization for Hyperspectral Target Detection / College of Science. Rochester Institute of Technology. – 2005.



2 Robila, S.A Investigation of Spectral Screening Techniques for Independent Component Analysis Based Hyperspectral Image Processing [Электронный ресурс] / URL: <http://www.cs.uno.edu/~stefan>.

Т.И. Михеева, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Н.А. Кузнецов

ПЛАГИН ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS» «ДИСЛОКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Геоинформационная система (ГИС) «ITSGIS» – одно из направлений информационных технологий, ориентированное на работу с пространственно-привязанной информацией. «ITSGIS» использует особый тип информации – пространственную (географическую) и связанные с ней базы данных, эта информация может быть социальной, политической, экологической или демографической, то есть любой, которая может быть отображена на карте.

Применение ГИС-технологий позволяет резко увеличить оперативность и качество работы с пространственно-распределенной информацией по сравнению с традиционными «бумажными» методами.

«ITSGIS» позволяет вести учет численности, структуры и распределения населения и одновременно использовать эту информацию для планирования развития социальной инфраструктуры, транспортной сети, оптимального размещения объектов здравоохранения, сил правопорядка, автомобильных заправочных станций (АЗС) и т.п.

«ITSGIS» – это ГИС с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры (дома, дороги, дорожные знаки, остановки общественного транспорта и др.), специализированными геообъектами (ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.). «ITSGIS» предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационной системы.

Разработанный плагин дислокации АЗС является дополнением к основному модулю геоинформационной системы «ITSGIS» и позволяет создавать и обрабатывать геообъекты городской инфраструктуры – АЗС, для учета их на электронной карте города.

Главное окно программы для работы с АЗС показано на рисунке 1.

В разработанной системе существует восемь информационных объектов: АЗС, название АЗС, тип топлива, собственник, фотографии АЗС, карта, слой АЗС на ней, геометрическое представление АЗС. Каждому объекту соответствует свой класс, характеризующийся набором полей, методов и свойств, которые регулируют процессы обработки данных. Диаграмма классов с указанием полей, методов и областей видимости представлена на рисунке 2. Для обес-